

多変量解析を用いた河川における底生無脊椎動物相と河川形態との関係

奥村 充司*

Relational analysis of the benthic invertebrate phase and the situation of a flow in the river using a multivariate analysis

Mitsushi OKUMURA

The feature of the river ecosystem distributes litter that becomes invertebrate's food to the entire river, and the carbons circulate. Litter is an important base that supports the biodiversity of the river ecosystem. Therefore, it is important to evaluate relations between streambed topography, invertebrates and litter adequately to make the river which is good for river ecosystem. Therefore, in this study, I studied the streambed topography and invertebrates and relations with litter.

Key Words : *benthic invertebrate, litter, river water quality, situation of a flow in the river, biodiversity, multivariate analysis*

1. はじめに

河川流域には、森林植生による総一次生産（植物の光合成による炭素吸収）を基礎とする多様な生態系の構造が存在している。この生態系の中に広く分布している底生無脊椎動物（以下、底生動物とする）は、流域の森林植生から流入する落葉落枝（以下、リターとする）などの有機質成分を分解、吸収などをして、河川生態系内の炭素等の物質循環に多大に寄与している。また、流域の森林植生から供給されるリターは、底生動物などの消費者への餌として重要なエネルギー源となっており、流域の森林植生はリターの供給などを介して、底生動物の生育環境に大きな影響を与えている。そのため、河川における底生動物群集とリターとの関係を明らかにすることは、健全な河川生態系を維持していくための河川改修工事や管理策を評価するために不可欠な課題である。

底生動物とは、河底や水中に生息する水生生物を指す。一般に、カゲロウやトビケラなどの水生昆虫、エビ・カニなどの甲殻類、カワナナなどの貝類が挙げられる。これらの底生動物は種類によって餌や生活様式が異なるため、河川

の水質や水量、河床構造などの環境的な制約を受けやすい。

生物生息場としての河川形態にも違いがある。一般に、流れが速く水面が波立って川底が見えない箇所を早瀬、水面が少し波立っているが川底がはっきり見える箇所を平瀬、流れが緩く水深が少し深い箇所を淵と呼ぶ。河川は主に、早瀬・平瀬・淵の3つの形態から成り立ち、早瀬→平瀬→淵の順に流れは遅く、水深は深くなる。

このように、河川の形態の違いによって、流れの速さや水深、リターの堆積する量、河床の状態などが異なっている。これらのことから、底生動物はそれぞれの環境に適した場所ですみわけをしながら生息しているといえる。

そこで本研究では、底生動物の定量調査を行い、多変量解析を用いて早瀬、平瀬、淵における底生動物群集とリターの相互関係について検討した。

2. 定量調査

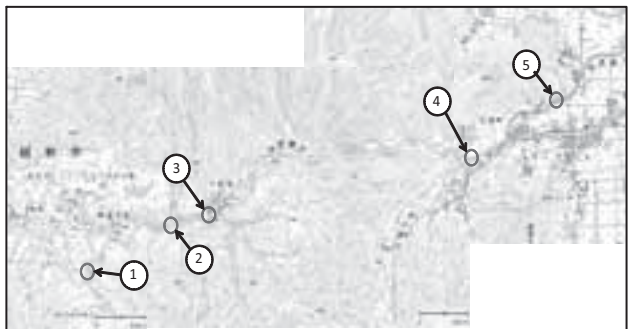
(1) 対象河川

一級河川九頭流川水系日野川の支流である田倉川と吉野瀬川の上流域を対象に、底生動物の採集を行った。調査

*環境都市工学科



図－1 田倉川における調査地点の位置
(出典：国土地理院 2万5千分の1地形図)



図－2 吉野瀬川における調査地点の位置
(出典：国土地理院 2万5千分の1地形図)

地点の詳細を図－1、図－2に示す。調査地点は最上流部を地点1として計5箇所で調査を実施した。

(2) 試料採集

田倉川上流と吉野瀬川上流を対象に定量調査を春期（平成22年5月4日～6月4日）に実施した。定量調査とは、採集する面積を定め、その面積中の底生動物の個体数を計測することによって生息密度や生物量を明らかにする方法である。

底生動物およびリターを採集するため、コドラート法を用いた定量調査を行った。コドラート法とは、一辺50cm四方の方形区(0.25m²)のステンレス製型枠(コドラート)を川底に設置し、サーバーネットを用いてその範囲内の石礫や土砂の下、それらの表面に付着する底生動物をすべて採集する方法である。この方法で、1つの地点につき早瀬、平瀬、淵の3箇所で、それぞれ4回採集を行った。

(3) 流速と水深の測定

早瀬、平瀬、淵の判断基準を表－1のように定義した。この定義と現場での目視による確認の基で早瀬、平瀬、淵

表－1 河川形態の判断基準

	早瀬	平瀬	淵
流速	60 cm /s 以上	60 cm /s 以下	60 cm /s 以下
水深	40 cm 以下	40 cm 以下	40 cm 以上

表－2 底生動物の生活型分類

遊泳型	水中を遊泳しながら移動する。	コカゲロウ、チラカゲロウなど
固着型	吸着器官をもって、石の表面などに固着しながら生息する。	アミカ、ヒメガガンボなど
造網型	分泌絹糸を用いて石と石の間に網を張る。	ヒメナガワビケラ、シメビケラなど
滑行型	扁平な体形で河床表面を滑るように移動する。	ヒラタカゲロウ、ヒラタロムシなど
粘液匍匐型	纖毛や粘液で床面を滑るように移動する。	ナミウスミ、カワナナなど
匍匐型	河床表面や石の上を脚で滑るように移動する。	カワゲラ、ヘビトンボなど
携巢型	筒状の巣に入って生活する。運動方法は匍匐型と同様。	ヤマトビケラ、ヒメトビケラなど
滑行掘潜型	河床にある石の表面や隙間に入って生活する。	ヨシノガケロウ、キリガケロウなど
自由掘潜型	砂や泥の中に潜って生活する。	モンカゲロウ、サナエトンボなど
造巢掘潜型	細かい砂や泥の内部に分泌絹糸を巻きつけて巣をつくり生活する。	ユスリカなど

表－3 底生動物の摂食型分類

刈取食者	付着藻類を刈り取って食べる。	エルモンヒラタカゲロウ、ヒラタロムシなど
摘取食者	付着藻類をはぎ取って食べる。	コカゲロウ、ヒメヒラタカゲロウなど
採集食者	河床に堆積した有機物を集めて食べる。	アカマダラカゲロウ、トビイロカゲロウなど
破碎食者	リターなどを粉砕して食べる。	コカクツツトビケラ、オオナカワゲラなど
捕食者	他の生物を捕まえて食べる。	オオヤマカワゲラ、ヘビトンボなど
濾過食者	懸濁態有機物を体毛や網などで濾過して食べる。	フタスジモンカゲロウ、ヒメナガワビケラなど

の箇所を決めることにした。

流速の測定は電磁流速計（ケネック VP-2000）を用いて行った。底生動物は河床材の表面や隙間、河床土の中など、川底付近に生息しているため、河床から高さ5cmの箇所の流速を測定した。水深の測定は、測量用のスタッフを使用した。試料の採集箇所では水深を5回測り、その平均値を測定値とした。

(4) 同定作業¹⁾

採集した試料は実験室へ持ち帰り、底生動物は5%のホルマリン溶液により保管して、同定作業を行い種類と個体数を調べた。それらを調べ終えた試料は炉乾燥器により、60℃の下で48時間乾燥させた後、乾燥重量を測定した。

同時に採集したリターについては葉（広葉、針葉、笹）、枝、種子、藻類、微細有機物（粒径2mm以下の有機質成分）に分別し、同じ手順で乾燥重量を測定した。

底生動物の試料については、生活型と摂食型による分類を行った。生活型とは、底生動物の生息場所や河床構造、流れ環境条件と適応した体型や生活様式を反映した類型であり、表－2のように10のグループに分類される。摂

表－4 田倉川の調査データ

		現存量(g/m ²)														
		1			2			3			4			5		
		早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
生活型	遊泳型	0.010	0.008	0.008	0.015	0.003	0.009	0.018	0.023	0.017	0.062	0.028	0.015	0.064	0.054	0.061
	固着型	0.004	0.164	0.188	0.007		0.133	0.141	0.004		0.001		0.004	0.004		
	潜行型	0.003	0.003	0.028	0.027	0.019	0.009	0.137	0.017	0.038	0.044	0.007	0.004	0.125	0.178	0.019
	潜行型	0.031			0.029	0.004		0.080			0.036		0.001	0.028	0.011	0.008
	粘着型		0.002	0.003				0.001	0.001		0.001	0.001			0.002	
	匍匐型	0.182	0.037	0.068	0.479	0.036	0.049	0.239	0.031	0.007	0.003	0.030	0.001	0.336	0.407	0.667
	掘集型	0.044	0.243	0.010	0.012		0.103	0.021	0.001	0.005	0.061		0.001	0.075	0.006	0.006
	潜行掘集型	0.026	0.001		0.015	0.010	0.038	0.050	0.016	0.027	0.090	0.007	0.082	0.211	0.112	0.021
	自由掘集型	0.005	0.015	0.075	0.012	0.008	0.018	0.012	0.001	0.039		0.036	0.003			0.041
	自由掘集型		0.001	0.003		0.001						0.005			0.012	
摂食型	不明	0.003					0.006							0.001		
	計	0.308	0.474	0.383	0.596	0.080	0.365	0.699	0.094	0.133	0.298	0.114	0.111	0.840	0.786	0.823
	刈取食者	0.006			0.029	0.004		0.096	0.006		0.040		0.001	0.034	0.011	0.008
	採集食者	0.007	0.232		0.002	0.014		0.008	0.006	0.010	0.014		0.001	0.004	0.009	0.019
	掘取食者	0.051	0.183	0.207	0.034	0.003	0.232	0.164	0.022	0.022	0.060	0.028	0.020	0.058	0.059	0.064
	腐屑食者															
	捕食者	0.209	0.039	0.072	0.497	0.049	0.090	0.319	0.051	0.028	0.150	0.042	0.087	0.625	0.529	0.694
	底過食者	0.032	0.017	0.098	0.036	0.021	0.023	0.119	0.006	0.075	0.033	0.038	0.002	0.118	0.164	0.038
	不明	0.003	0.003	0.006		0.001	0.006	0.001	0.001		0.001	0.006		0.001	0.014	
	計	0.308	0.474	0.383	0.596	0.080	0.365	0.699	0.094	0.133	0.298	0.114	0.111	0.840	0.786	0.823
リター	広葉	3.175	1.721	0.649	2.012	12.602	3.541	12.459	2.063	1.071	1.604	0.065	5.183	1.897	0.395	0.195
	針葉	0.210	0.165		0.288	1.004	0.708	1.450		0.038			0.370	0.216		
	苔	0.300	0.022		0.756	0.192				0.358			0.135	0.310	0.702	
	根	6.661	3.540	0.660	2.948	2.112	23.406	5.794		0.248	0.284	0.033	1.923	1.214	0.069	0.138
	種子	0.222	2.130	0.055	0.589	0.091	0.305	0.164		0.341	0.086			0.014		0.130
	腐屑				0.165					0.026						
	2mm以下	1.018	1.230	2.530	3.117	1.610	1.253	7.193		2.432	1.733	1.164		0.816		0.555
	計	11.586	8.808	3.894	9.875	17.419	29.405	27.060	2.063	4.130	4.091	1.262	7.611	4.467	1.166	1.018
	気温(℃)		24.0			26.0			26.5			23.0			26.0	
	水温(℃)		9.0			8.5			8.0			8.0			8.0	
その他	個体数	16	8	8	15	8	8	16	8	8	17	8	8	15	8	8
	総個体数	187	150	166	170	29	122	329	53	97	113	51	63	82	129	50
	流速(cm/s)	72.1	39.6	19.2	61.5	34.2	26.2	93.4	33.7	23.6	65.2	31.8	23.6	93.0	32.7	28.8
	水深(cm)	23.0	12.0	47.0	17.0	20.0	45.0	23.0	10.0	50.0	23.0	14.0	45.0	21.0	15.0	43.0

表－5 吉野瀬川の調査データ

		現存量(g/m ²)														
		1			2			3			4			5		
		早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
生活型	遊泳型	0.005	0.002	0.002	0.012	0.003	0.002	0.005	0.005	0.003	0.009		0.012	0.032	0.002	
	固着型	0.003	0.002		0.090		0.003									
	潜行型	0.224	0.021	0.006	0.254	0.004	0.071	0.468	0.048	0.002	1.112		0.065	0.230	0.355	0.272
	潜行型		0.001	0.000	0.009	0.004	0.001		0.002	0.046	0.038	0.039	0.088	0.064	0.139	0.226
	粘着型		0.015	0.014	0.052	0.002	0.003						0.219	0.007	0.167	0.002
	匍匐型		0.005													
	掘集型	0.438	0.043		0.115	0.258	0.009	0.064		0.035	0.024	0.040		0.037	0.032	0.019
	潜行掘集型	0.009	0.003	0.003	0.022	0.016	0.002	0.069	0.060		0.081		0.019	1.430	0.004	
	自由掘集型								0.020		0.044					1.470
	自由掘集型	0.006	0.001		0.004	0.003	0.002	0.008	0.012		0.001			0.008		
	不明	0.016		0.001	0.043	0.028	0.011	0.043			0.034			0.005	0.018	0.003
摂食型	計	0.701	0.093	0.026	0.601	0.318	0.104	0.657	0.147	0.086	1.343	0.079	0.411	1.805	0.717	1.992
	刈取食者	0.438	0.041		0.113	0.262	0.001	0.064	0.002	0.075	0.020	0.066	0.053	0.064	0.146	0.188
	採集食者	0.003	0.001		0.016			0.005	0.009		0.007				0.002	
	掘取食者	0.008	0.007	0.002	0.104	0.003	0.014	0.005	0.005	0.003	0.009			0.012	0.032	0.002
	腐屑食者								0.001							
	捕食者	0.133	0.017	0.007	0.210	0.018	0.073	0.260	0.051	0.007	0.142		0.019	1.420	0.002	1.470
	底過食者	0.100	0.009	0.001	0.059	0.002		0.272	0.068	0.005	1.130	0.013	0.100	0.267	0.380	0.329
	不明	0.022	0.016	0.015	0.099	0.033	0.016	0.051	0.012		0.035		0.227	0.012	0.185	0.005
	計	0.701	0.093	0.026	0.601	0.318	0.104	0.657	0.147	0.086	1.343	0.079	0.411	1.805	0.717	1.992
	広葉	0.784	1.288	0.575	0.953	0.730	0.110	1.014	0.357	0.375	0.317	0.135	0.099	1.049	2.138	1.710
	針葉	0.167	0.166		0.110	0.599	0.066	0.484	0.082	0.028	0.373	0.118	0.032	0.078	0.040	0.108
リター	苔	0.506	0.404	0.216	0.476	0.320	0.153	0.229	0.144	0.120	0.489	0.044	0.245	0.125	0.178	0.313
	根	2.085	1.450	2.392	0.766	0.261	0.169	2.547	0.543	0.195	0.943	0.492	0.671	0.205	0.322	0.849
	種子		0.159		0.116		0.127	0.787	0.009	0.035		0.138		0.167		0.377
	腐屑	0.124			0.014	0.027	0.084	0.047	0.023	0.155	0.107	1.061	0.004			0.033
	2mm以下	5.970	1.086	0.051	3.664	1.893	1.550	9.115	1.225	2.120	0.303	2.741		0.542	1.751	0.229
	計	9.616	4.553	3.224	6.099	3.820	2.258	14.186	2.407	2.896	2.580	3.765	2.108	2.170	4.429	3.419
	気温(℃)		16.5			28.0			15.0			16.3			16.0	
	水温(℃)		8.9			14.0			8.0			8.5			7.0	
	個体数	9	8	8	16	7	8	9	8	7	13	4	8	9	8	8
	総個体数	106	32	12	274	58	84	228	83	32	199	26	119	129	88	181
	流速(cm/s)	115.1	21.0	18.7	61.0	10.7	26.7	72.9	47.0	18.9	77.9	43.3	19.9	81.4	60.0	51.7
	水深(cm)	21.0	15.0	56.0	12.0	16.0	45.0	21.0	19.0	50.0	20.0	16.0	40.0	12.0	20.0	35.0

食型とは、餌の種類と採餌方法による類型であり、表－3のように6のグループに分類される。

(5) 調査データ

表－4、表－5に田倉川と吉野瀬川で採集された底生動物とリターの現存量および、その他の測定事項を示す。

3. 多変量解析

(1) 判別分析²⁾

調査現場での早瀬、平瀬、淵の判断が妥当であったかを確認するため、流速と水深のデータを用いて判別分析を行った。

表－6 判別結果

調査河川	地点	流速 (cm/s)	水深 (cm)	実際の群	判別結果
田倉川	1	72.1	23	早瀬	早瀬
田倉川	2	61.5	17	早瀬	早瀬
田倉川	3	93.4	23	早瀬	早瀬
田倉川	4	65.2	23	早瀬	早瀬
田倉川	5	93	21	早瀬	早瀬
吉野瀬川	1	115.1	21	早瀬	早瀬
吉野瀬川	2	61	12	早瀬	平瀬
吉野瀬川	3	72.9	21	早瀬	早瀬
吉野瀬川	4	77.9	20	早瀬	早瀬
吉野瀬川	5	81.4	12	早瀬	早瀬
田倉川	1	39.6	12	平瀬	平瀬
田倉川	2	34.2	20	平瀬	平瀬
田倉川	3	33.7	10	平瀬	平瀬
田倉川	4	31.8	14	平瀬	平瀬
田倉川	5	32.7	15	平瀬	平瀬
吉野瀬川	1	21	15	平瀬	平瀬
吉野瀬川	2	10.7	16	平瀬	平瀬
吉野瀬川	3	47	19	平瀬	平瀬
吉野瀬川	4	43.3	16	平瀬	平瀬
吉野瀬川	5	60	20	平瀬	早瀬
田倉川	1	19.2	47	淵	淵
田倉川	2	26.2	45	淵	淵
田倉川	3	23.6	50	淵	淵
田倉川	4	23.6	45	淵	淵
田倉川	5	28.8	43	淵	淵
吉野瀬川	1	18.7	56	淵	淵
吉野瀬川	2	26.7	45	淵	淵
吉野瀬川	3	18.9	50	淵	淵
吉野瀬川	4	19.9	40	淵	淵
吉野瀬川	5	51.7	35	淵	淵

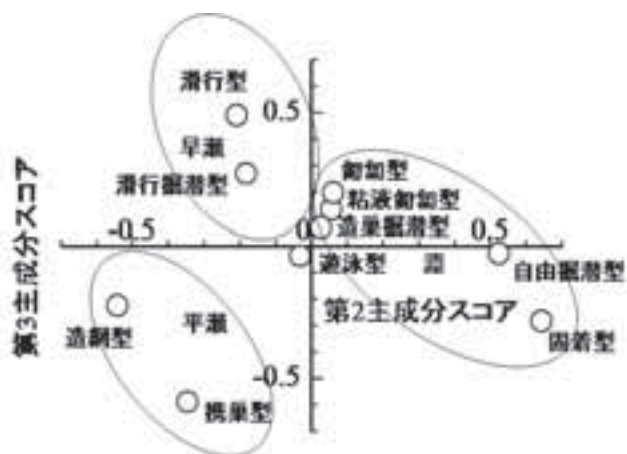


図-4 生活型群集と河川形態の関係 (田倉川)



図-5 生活型群集と河川形態の関係 (吉野瀬川)

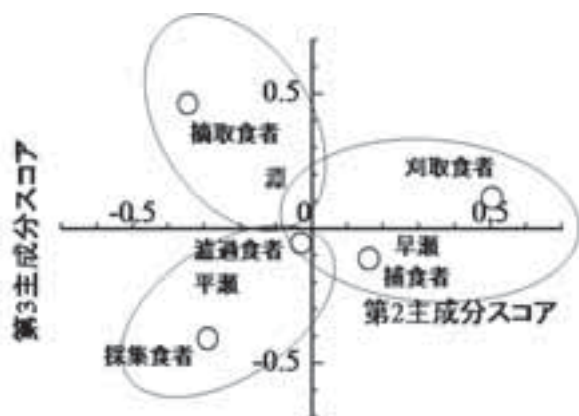


図-6 摂食型群集と河川形態の関係 (田倉川)

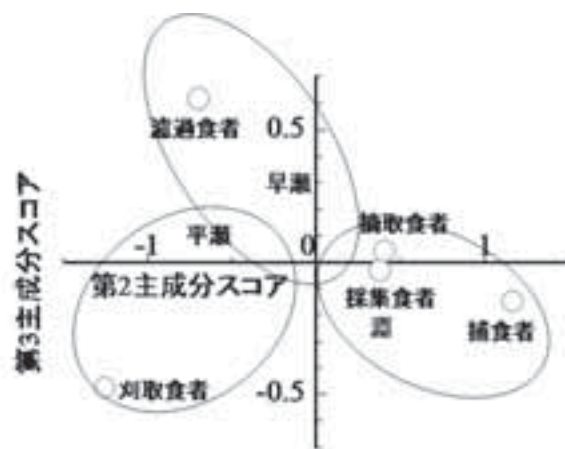


図-7 摂食型群集と河川形態の関係 (吉野瀬川)

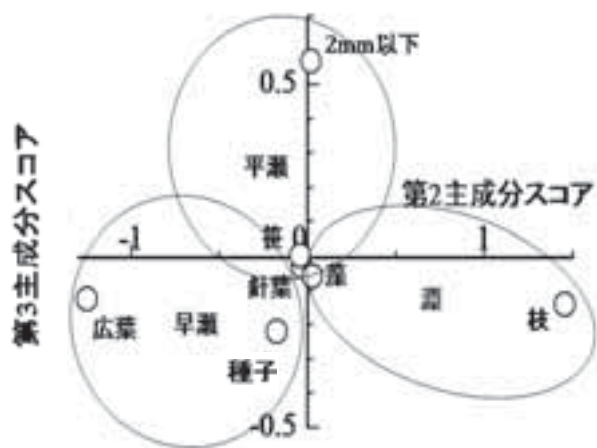


図-8 リターと河川形態の関係 (田倉川)

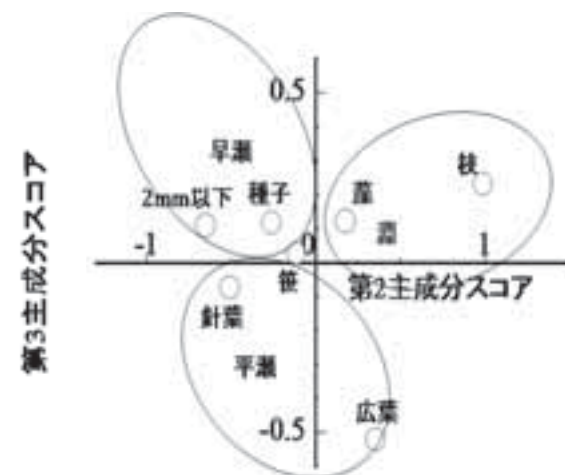


図-9 リターと河川形態の関係 (吉野瀬川)

これらのことから、早瀬、平瀬、淵の判断が妥当であったことが確認できた。

(2) 主成分分析²⁾

視覚的観点から早瀬、平瀬、淵に区分して、底生動物群

集とリターの相互関係を調べるため主成分分析を行った。主成分分析とは、相関関係にあるいくつかの要因を合成していくつかの成分にし、その総合力や特性を求める解析手法である。主成分分析では、判別分析のように目的変量を与えられておらず、説明変量を圧縮してその特性を調べる

ものである。つまり、いくつかの説明変量 x_1, x_2, \dots, x_p の総合的特性を $a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_px_p$ のように、少数個の 1 次式で表現することである。この式によって表されるものを主成分という。総合的特性とは、1 次式の係数 a_1, a_2, \dots, a_p に表れてくるので、それらを座標付けて視覚化することで、データの中に隠れたパターンや構造を評価することができる。

図-4～図-9 は主成分分析の結果である。これらは主成分負荷量の値から、早瀬系、平瀬系、淵系の範囲を区分し、項目ごとの主成分得点をプロットしたものである。

図-4、図-5 は底生動物の生活型群集と河川形態との関係である。図-4 より、田倉川では滑行型と滑行掘潜型の主成分得点が早瀬系の範囲にあり、造網型と携巢型の主成分得点は平瀬系の範囲に、自由掘潜型と固着型の主成分得点は淵系の範囲にあった。比べて図-5 より、吉野瀬川では造網型の主成分得点は早瀬系の範囲に、滑行型の主成分得点は平瀬系の範囲に、滑行掘潜型の主成分得点は淵系の範囲にあった。また、携巢型の主成分得点が平瀬系の範囲にあることが 2 つの河川で共通した。

図-6、図-7 は底生動物の摂食型群集と河川形態との関係である。図-6 より、田倉川では捕食者と刈取食者の主成分得点は早瀬系の範囲にあり、採集食者の主成分得点は平瀬系、摘取食者の主成分得点は淵系の範囲にあった。比べて図-7 より、吉野瀬川では刈取食者の主成分得点は平瀬系の範囲に、捕食者と採集食者の主成分得点は淵系の範囲にあった。また、摘取食者の主成分得点が淵系にあることが 2 つの河川で共通した。

図-8、図-9 はリターと河川形態との関係である。図-8 より、田倉川では広葉と種子の主成分得点は早瀬系の範囲に、微細有機物の主成分得点は平瀬系の範囲に、枝と藻類の主成分得点は淵系の範囲にあった。比べて図-9 より、吉野瀬川では広葉の主成分得点は平瀬系の範囲に、微細有機物の主成分得点は早瀬の範囲にあった。また、枝と藻類の主成分得点が淵系の範囲にあることが 2 つの河川で共通した。

4. 結果

表-7、表-8 は田倉川と吉野瀬川の主成分分析によって得られた結果をまとめたものである。表-7 より田倉川

表-7 主成分分析の結果（田倉川）

河川の形態	生活型	摂食型	リター
早瀬	滑行型, 滑行掘潜型	刈取食者, 捕食者	広葉, 種子
平瀬	造網型, 携巢型	採集食者	2mm 以下
淵	固着型, 自由掘潜型	摘取食者	枝, 藻類

表-8 主成分分析の結果（吉野瀬川）

河川の形態	生活型	摂食型	リター
早瀬	造網型	濾過食者	2mm 以下, 種子
平瀬	滑行型, 携巢型, 粘液匍匐型	刈取食者	広葉, 針葉
淵	滑行掘潜型	捕食者, 採集食者, 摘取食者	枝, 藻類

では、滑行型や滑行掘潜型、刈取食者や捕食者、広葉や種子は早瀬と相互関係があることがわかった。造網型や携巢型、採集食者、微細有機物は平瀬と相互関係があり、固着型や自由掘潜型、摘取食者、枝や藻類は淵と相互関係があることがわかった。

表-8 より吉野瀬川では、造網型や濾過食者、種子や微細有機物は早瀬と相互関係があることがわかった。滑行型や携巢型、粘液匍匐型、刈取食者、広葉や針葉は平瀬と相互関係があり、滑行掘潜型、捕食者や採集食者、摘取食者、枝や藻類は淵と相互関係があることがわかった。

5. 考察

これらの結果から、早瀬、平瀬、淵における底生動物群集とリターの相互関係について以下のようなことが考察できた。

早瀬や平瀬には、扁平な体形で河床表面を滑るように移動する滑行型のエルモンヒラタカゲロウやヒラタドロムシ、固着巣や捕獲網をもつ造網型のシマトビケラ類や、筒状の巣をもつ携巢型のツツトビケラ類との相互関係がみられた。

瀬のような水深の浅い箇所では、河床への日射量が高まることから付着藻類の生産が多く、落葉や礫の表面は藻類が付着しやすい³⁾。そのため、礫や落葉の堆積が多い瀬には、新鮮な付着藻類も豊富なため、これを餌とする刈取食者のヒラタカゲロウ類などが生息できる環境条件が整っていると考えられる。

造網型のシマトビケラ類は、水中の石の表面や間に砂粒や植物片を絹糸で綴り合わせた巣室をつくりその中で生活をしている。携巣型のツツトビケラ類も、携巣をつくるために砂粒や植物片などの細かな材料を利用している。瀬には、それらの底生動物が巣をつくるための材料となる細かなリターとの相互関係がみられた。また、トビケラ類の底生動物は、水中に溶け込んだ酸素を体表面や気管鰓から取り込みながら生息しているので、酸素が豊富な水が常に体のまわりを流れている必要がある⁴⁾。瀬は水深が浅く水面が波打つ箇所が多いため、水中に酸素が供給されやすいことから、造網型や携巣型のトビケラ類が生息できる環境条件が整っていると考えられる。

淵には、固着型のガガンボ類や自由掘潜型のモンカゲロウ類との相互関係がみられた。これらの底生動物は、流れが緩い場所で礫の表面などに固着したり、砂や泥の中に潜ったりしながら生息しており、河底に溜まる藻類や懸濁有機物を摂食している。淵は流れが緩く水深も深いことから、他の底生動物の排泄物や遺骸、分解されずに残った枝などのリターが溜まりやすいため、固着型、自由掘潜型の生物種が生息できる環境条件が整っていると考えられる。

また、図-4、図-5より遊泳型と匍匐型の主成分得点だが、図の中心付近にあることがみられた。このことから、泳ぎの得意なチラカゲロウやコカゲロウなどの遊泳型や、かぎ爪のついた脚で河床を移動して他の底生動物を捕食するカワゲラやヘビトンボなどの匍匐型は、流速や流量、河床構造などの環境条件に関係なく生息できる生物種であると考えられる。

6. まとめ

今回の底生動物調査により、底生動物とリター、河川形態の相互関係について検討した。河川の生態系は、図-10のように底生動物とリター、河川形態などの要素により成り立っている。これらの要素は、河川への生活排水の流入による水温・水質の変化や、森林伐採によるリター供給の欠落、河川改修による河床構造の変化などといった人為活動による影響を受けやすい。

また、自然な河川は、上流から下流までに様々な河川形態をもっており、瀬や淵、川幅が広いところや狭いと

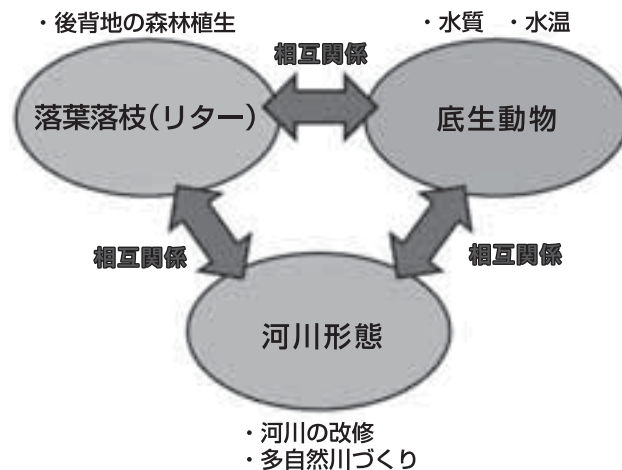


図-10 河川生態系における相互関係

ころなど変化に富んでいる。河川の形態が違うことによって、そこに堆積するリターや生息している底生動物の傾向も異なっている。このことから、瀬や淵といった河川の構造的多様性が、底生動物にとっての豊かな環境条件を創出し、河川生態系を安定させていると考えられる。

河川生態系に配慮した河川づくりを考えていくためには、河川に生息する多種多様な生物の生活史を把握し、その生息に必要な環境条件を理解することが重要である。

謝辞：

本研究を行うに当たり、調査を担当した本校環境システム工学専攻の長屋智博君、小川翔平君、本科5年生の加戸晴大君、神谷美帆さん、小竹常君に感謝致します。また、実験においてご指導いただいた荒木俊幸技術職員に厚く感謝いたします。

参考文献

- 1) 池淵周一、一柳英隆、角哲也、竹門康弘、谷田一三、辻本哲郎：「ダムと環境の科学Ⅰ ダム下流生態系」、京都大学学術出版会、2009。
- 2) 柳井久江：「エクセル統計 実用多変量解析編」、オーエムエス社、2005。
- 3) 福嶋悟、小林紀夫、樋口文夫、畠中潤一郎、水尾寛己：丘陵地の源流部にみられる生態系の特徴、横浜市環境科学研究所報第17号、1993。
- 4) 青木典司：日本産幼虫図鑑、学習研究社、2005。